

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 42 17 409.0  
22 Anmeldetag: 26. 5. 92  
43 Offenlegungstag: 2. 12. 93

DE 42 17 409 A 1

71 Anmelder:  
Lucas Industries p.l.c., Solihull, West Midlands, GB

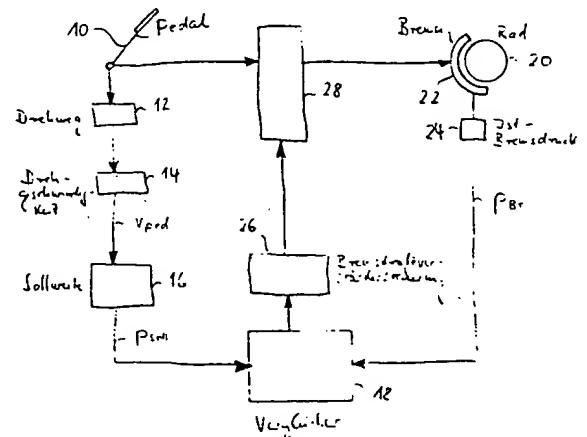
74 Vertreter:  
Wuesthoff, F., Dr.-Ing., 8000 München; Frhr. von  
Pechmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Behrens, D.,  
Dr.-Ing.; Goetz, R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; von  
Hellfeld, A., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Brandes, J.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte; Würtenberger,  
G., Rechtsanw., 81541 München

72 Erfinder:  
Michels, Erwin, 5593 Kail, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Regeln eines Bremsdruckes mit einem Bremskraftverstärker

57 Ein Verfahren zum Regeln des Bremsdruckes in einer mit einem elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker (28) ausgerüsteten Fahrzeugbremsanlage sieht vor, daß während einer Bremsung fortlaufend jeweils einer momentanen Betätigungsgeschwindigkeit ( $v_{ped}$ ) des Bremspedals (10) ein abgespeicherter Soll-Wert ( $p_{soll}$ ) des Bremsdruckes zugeordnet wird, daß in diesem Moment der Ist-Wert ( $p_{br}$ ) des Bremsdruckes gemessen und mit dem Soll-Wert verglichen wird und daß in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis der Soll- und Ist-Werte der Bremskraftverstärker (28) eingestellt wird.



DE 42 17 409 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Bremsdruckes in einer mit einem elektronisch steuerbaren Bremskraftverstärker ausgerüsteten Fahrzeugbremsanlage, bei dem eine Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ermittelt und in Abhängigkeit davon eine Bremskraftverstärkung durchgeführt wird.

Ein solches Verfahren ist aus der DE 40 28 290 C1 bekannt. Dort ist vorgesehen, in kritischen Fahrsituationen (insbesondere bei sogenannten Panikbremsungen) den Bremsweg eines Kraftfahrzeuges dadurch zu verkürzen, daß die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals als Kriterium für das Auslösen eines automatischen Bremsvorganges herangezogen wird. Dazu wird ein als solches bekannter Bremskraftverstärker eingesetzt, der an den Fahrzeugbremsen Bremsdrucke erzeugt, die nicht mehr allein bestimmt sind durch die vom Fahrer des Fahrzeuges am Pedal erzeugte Kraft, sondern durch andere Kriterien, insbesondere einen Vergleich der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals mit einem Schwellwert. Überschreitet die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals einen Schwellwert, so wird der Bremsvorgang automatisch ausgelöst und es wird ein Bremsdruck aufgebaut, der größer ist als derjenige, der sich allein aus der Stellung des Bremspedals ergeben würde.

Bei diesem Stand der Technik wird der Bremsdruck an den einzelnen Fahrzeugbremsen nicht geregelt, sondern vielmehr gesteuert. In Abhängigkeit von der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals wird ein erhöhter Bremsdruck derart aufgebaut, daß (bei Überschreiten des oben erwähnten Schwellwertes) zu dem Bremsdruck, der sich aus der momentanen Pedalstellung des Bremspedals ergibt, ein zusätzlicher Bremsdruck erzeugt wird, der z. B. proportional sein kann zur maximal aufgetretenen Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals.

Die Technik, gemäß der an Fahrzeugbremsen zusätzlich zu dem mit dem Hauptbremszylinder einer Bremsanlage erzeugten Hydraulikdruck willkürliche oder automatisch gesteuerte erhöhte Druckwerte einstellbar sind, ist dem Fachmann bekannt. So beschreibt z. B. die DE 39 43 002 A1 eine Fahrzeugbremsanlage mit einem Bremskraftverstärker, bei dem zusätzlich zum üblichen mechanischen Betätigungsventil des Bremskraftverstärkers ein weiteres, elektrisch gesteuertes Ventil vorgesehen ist, um in Abhängigkeit von mittels einer Datenverarbeitungsanlage erzeugten Steuersignalen eine Einstellung des Bremskraftverstärkers (und damit der Bremskraft) vorzunehmen. Auch das DE-GM 92 02 154 beschreibt einen elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker.

Der oben genannte Stand der Technik wird nachfolgend als bekannt vorausgesetzt, insbesondere wird die Technik der Bremskraftverstärker und deren elektronische Steuerung, z. B. mit elektronisch gesteuerten Ventilen, als bekannt vorausgesetzt.

Gemäß dem Stand der Technik sind also insbesondere Einrichtungen als bekannt vorauszusetzen, mit denen Bremskraftverstärker, z. B. mit einer Druckdifferenz arbeitende Bremskraftverstärker, über ein zusätzliches elektromagnetisch betätigbares Steuerventil so steuerbar sind, daß eine Bremskraftverstärkung durchgeführt wird, die sich von der rein mechanisch eingestellten Bremskraftverstärkung unterscheidet, und zwar entsprechend den elektronischen Steuerbefehlen für das elektromagnetisch betätigbare Steuerventil des Brems-

kraftverstärkers.

Eine ideale Bremskraftregelung unter Verwendung eines Bremskraftverstärkers könnte darin bestehen, einerseits die vom Fahrer des Fahrzeuges am Bremspedal erzeugte Kraft zu messen und mit Hilfe dieser Kraft gemäß einer vorgegebenen Funktion ein Steuersignal für den Bremskraftverstärker abzuleiten und entsprechend Bremsdruck an den zu bremsenden Rädern zu erzeugen (ggf. unter den Bedingungen einer Antiblockierregelung). Es ist allerdings sehr aufwendig, am Hauptbremszylinder einer Bremsanlage zusätzlich einen Kraftsensor anzubringen.

Untersuchungen des Verhaltens von Kraftfahrern haben ergeben, daß in kritischen Fahrsituationen (insbesondere sogenannten Panikbremsungen) häufig ein unbewußtes Fehlverhalten auftritt. Sehr häufig wird in der Anfangsphase einer Bremsung das Bremspedal zwar ausreichend schnell betätigt, jedoch scheuen sich viele Fahrer, das Pedal mit der möglichen Kraft durchzudrücken. Dies gilt auch für Fahrzeuge, die mit einer Blockierschutzanlage (ABS) ausgerüstet sind. Ein derartiges, nicht optimales Bremsverhalten tritt bei einer Vielzahl von Autofahrern aus folgenden Gründen auf: In der Anfangsphase einer Bremsung wird dem Bremspedal noch eine relativ geringe hydraulische Reaktionskraft (Gegenkraft) entgegengesetzt. Eine derartige hydraulische Reaktionskraft wird erst durch den Druckanstieg in der Bremsanlage erzeugt. Somit erhöht der Fahrer zu Beginn eines Bremsvorganges ohne weiteres die Betätigungsgeschwindigkeit. Im Verlaufe des weiteren Pedalweges verstärkt sich aber sehr schnell die Reaktionskraft und deshalb kann man bei einer Vielzahl von Fahrern beobachten, daß die Pedalgeschwindigkeit nach einem Maximum wieder relativ schnell abfällt. Bei einem solchen Verlauf der Pedalbetätigung wird in aller Regel Bremsweg verschenkt.

Die Erfindung setzt sich das Ziel, mit einfachen Mitteln bei einer mit einem elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker ausgerüsteten Fahrzeugbremsanlage den Bremskraftverstärker so einzustellen, daß eine möglichst optimale Bremswirkung erzielt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß während einer Bremsung fortlaufend jeweils einer momentanen Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ein abgespeicherter Sollwert des Bremsdruckes zugeordnet wird, daß in diesem Moment der Ist-Wert des Bremsdruckes gemessen und mit dem Soll-Wert verglichen wird und daß in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis der Soll- und Ist-Werte der Bremskraftverstärker eingestellt wird.

Anstelle des im Stand der Technik (DE 40 28 290 C1) bekannten Steuerverfahrens lehrt also die vorliegende Erfindung eine Regelung des Bremsdruckes, d. h. die Vorgabe eines Soll-Wertes, die Messung eines Ist-Wertes und die Anpassung des Ist-Wertes an den Soll-Wert durch einen entsprechenden Befehl an die Steuerung des Bremskraftverstärkers.

Weiterhin liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, daß es nicht erforderlich ist, für eine optimale Einstellung des Bremsdruckes direkt die Eingangskraft am Bremskraftverstärker zu messen, sondern daß ebenfalls gute Ergebnisse in wesentlich einfacherer Weise erzielt werden, wenn die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals gemessen wird. Eine solche Messung der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ist in einfacher Weise mit bekannten Drehwinkelsensoren möglich, welche die Drehung des vom Fahrer betätigten Bremspedals um sein Lager messen. Der Drehweg

hängt über eine einfache geometrische Beziehung mit dem Betätigungsweg des Pedal zusammen und durch Differentiation des Drehweges in Abhängigkeit von der Zeit läßt sich die Betätigungsgeschwindigkeit des Pedals berechnen.

Fig. 2 zeigt empirische Ergebnisse für die zeitlichen Verläufe von bei einer Bremsung interessierenden Größen. Über einer gemeinsamen Zeitskala sind hier aufgetragen der normierte Weg  $s_{\text{norm}}$ , die erste Ableitung (Differentiation) der Kraft über der Zeit  $dF/dt$ , die erste Ableitung (Differentiation) des Weges über der Zeit  $ds/dt$  und der Verlauf der normierten Kraft  $F_{\text{norm}}$ . Die Normierung ergibt sich aus den in Fig. 2 gezeigten Abszissen, d. h. der Verlauf des Weges  $s_{\text{norm}}$  und der Verlauf der Kraft  $F_{\text{norm}}$  ist jeweils auf den Wert 1 normiert, wobei die Zeitskala für alle aufgetragenen Größen identisch ist. Fig. 2 zeigt das keineswegs selbstverständliche Ergebnis, daß die erste Ableitung der Kraft über der Zeit im wesentlichen gleich ist der ersten Ableitung des Weges über der Zeit. Deshalb kann die erste Ableitung des Weges über der Zeit, also die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals, als Grundlage herangezogen werden für eine optimale Steuerung eines Bremskraftverstärkers, bei der die oben erwähnte Verschwendung von Bremsweg nicht mehr auftritt und bei der kein teurer und aufwendiger Sensor für die Eingangskraft am Bremskraftverstärker erforderlich ist.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Fig. 1 näher erläutert. Die Fig. 1 zeigt schematisch ein Funktions-Blockdiagramm einer Bremsanlage, mit der das erfindungsgemäße Verfahren zum Regeln des Bremsdruckes durchführbar ist. Die einzelnen Hardware-Elemente der Vorrichtung sind als solches bekannt. Die Erfindung liegt in der besonderen Art der Einstellung der einzelnen Elemente in Abhängigkeit von ermittelten Größen, um insgesamt eine Regelung des Bremsdruckes zu erreichen.

Ein Bremspedal 10 wird vom Fahrer betätigt, d. h. um das Lager 10' gedreht. Mit einem als solchem bekannten Drehwegsensor 12 wird der Drehweg des Pedals gemessen, d. h. der Drehwinkel des Pedals pro Zeiteinheit. Der in Abhängigkeit von der Zeit gemessene Drehweg wird verrechnet um die sogenannte erste Ableitung (Differentiation) des Drehweges über der Zeit zu ermitteln, also die Drehgeschwindigkeit des Pedals 10. Hierzu dient eine Differenziereinrichtung 14. Es versteht sich, daß nicht notwendigerweise für die Realisierung ein gesonderter Differenzierer 14 erforderlich ist, sondern daß dies in bekannter Weise in dem vorhandenen Rechner einer ABS-Anlage durchgeführt werden kann (der auch die Bauteile 14, 16, 18 und 26 realisieren kann).

Die Drehgeschwindigkeit (Winkelgeschwindigkeit) des Bremspedals ist über einen konstanten Faktor mit seiner Betätigungsgeschwindigkeit verknüpft. Es ist deshalb gleichwertig, ob die Bahngeschwindigkeit des Bremspedals oder seine Drehgeschwindigkeit gemessen werden. Eine Messung der Drehgeschwindigkeit ist aber weniger aufwendig.

Nachfolgend wird der Einfachheit halber nur noch von der Betätigungsgeschwindigkeit des Pedals 10 gesprochen, was auch die Drehgeschwindigkeit als bevorzugten Spezialfall mit umfaßt.

Die in der Recheneinheit 14 ermittelte Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  wird dann weiter verarbeitet, um Signale zur Einstellung eines Bremskraftverstärkers zu gewinnen. Hierzu wird fortlaufend (kontinuierlich) in sehr kleinen Zeitinkrementen jeweils die momentane Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  des Bremspedals er-

mittelt und jeder momentanen Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  wird ein Soll-Wert bezüglich des Bremsdruckes in der Radbremse des zu bremsenden Rades zugeordnet. Das zu bremsende Rad ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 20 versehen und die Radbremse mit 22.

Die Soll-Werte sind zuvor abgespeichert worden und für die Bremsanlage vorgegeben (was nicht bedeutet, daß sie unabänderlich wären, jedoch sind sie für einen bestimmten Bremsvorgang fest vorgegeben).

In sehr kleinen Zeitinkrementen von z. B. wenigen Millisekunden (2 bis 10 ms) wird also der jeweils geltende Wert der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  des Pedals 10 in der oben beschriebenen Weise ermittelt und für jedes dieser Zeitinkremente wird dann dem jeweils momentan gemessenen Wert der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  ein Soll-Wert hinsichtlich des Bremsdruckes zugeordnet, der in einem Speicher 16 zuvor für das gegebene Fahrzeug abgespeichert worden ist.

Alternativ kann jedem momentanen Wert der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  der Soll-Wert auch durch einen Algorithmus zugeordnet werden, d. h. bei dieser Variante würde das Kästchen 16 in Fig. 1 eine Rechenroutine symbolisieren, gemäß der jedem momentanen Wert der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  ein Soll-Wert zugeordnet wird. Diese Zuordnung kann in einfacher Weise linear sein, aber auch stärker als linear, z. B. gemäß einer Funktion (Abhängigkeit) des Soll-Wertes vom Wert der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$ , bei der die Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  potenziert wird, und zwar mit einem Exponenten größer als 1.

Dies bedeutet, daß fortlaufend für jedes Zeitinkrement aus der Betätigungsgeschwindigkeit  $v_{\text{ped}}$  jeweils ein zugeordneter Soll-Wert  $p_{\text{soll}}$  festgelegt und in einen Vergleich 18 eingegeben wird.

In den anderen Eingang des Vergleichers 18 wird ein Ist-Wert  $p_{\text{br}}$  des Bremsdruckes eingegeben. Hierzu wird am zu bremsenden Rad 20 (wobei das eine Rad 20 gegebenenfalls für eine Vielzahl von Rädern steht) in der Radbremse 22 der momentan gegebene tatsächliche Bremsdruck gemessen, und zwar mittels eines Drucksensors 24. Es kann auch eine dem Druck äquivalente Größe gemessen werden.

Im Vergleich 18 werden der Soll-Wert  $p_{\text{soll}}$  und der Ist-Wert  $p_{\text{br}}$  des Bremsdruckes miteinander verglichen und ein vom Vergleichsergebnis abhängiges Signal wird einer Bremskraftverstärkersteuerung 26 zugeführt. Die Bremskraftverstärkersteuerung 26 steuert sodann einen Bremskraftverstärker 28, der in bekannter Weise zwischen dem Pedal 10 und der Bremse 22 angeordnet ist. Die Bremskraftverstärkersteuerung 26 betätigt beispielsweise ein besonderes, elektromagnetisch betätigbares Ventil des Bremskraftverstärkers 28 (vgl. DE 39 43 002 A1) derart, daß, je nach dem Ergebnis des Vergleichs im Vergleich 18, entweder der vom Bremskraftverstärker 28 erzeugte Hydraulikdruck in der Bremse 22 vergrößert oder reduziert wird. Im einzelnen:

Ergibt der Vergleich zwischen dem Soll-Wert  $p_{\text{soll}}$ , der sich aus der Betätigungsgeschwindigkeit des Pedals 10 ergibt, und dem Ist-Wert  $p_{\text{br}}$  des Bremsdruckes, der mit dem Sensor 24 gemessen wird, daß der Soll-Wert größer ist als der Ist-Wert, dann erzeugt die Bremskraftverstärkersteuerung 26 ein Signal derart, daß die bremskraftverstärkende Wirkung des Bremskraftverstärkers 28 erhöht wird, bis der Ist-Wert dem Soll-Wert entspricht. Ergibt der Vergleich hingegen, daß der Ist-Wert kleiner ist als der Soll-Wert, dann erfolgt eine Einstellung des Bremskraftverstärkers 28 derart, daß der

Bremsdruck geringer verstärkt wird.

Mit dem vorstehend beschriebenen Verfahren und der dieses Verfahren durchführenden Vorrichtung gemäß Fig. 1 kann, insbesondere bei sehr plötzlichen und heftigen Bremsungen in Gefahrensituationen, ein günstiger Bremsdruckaufbau an der Radbremse 22 erzielt werden, bei dem in Praxis häufig vorkommende Fehler von Fahrern (die zu einem zu geringen Bremsdruck führen) überwunden werden, und zwar dadurch, daß aufgrund der den einzelnen Betätigungsgeschwindigkeiten des Bremspedals zugeordnete Soll-Werte eine höhere Bremskraftverstärkung mit dem Bremskraftverstärker 28 eingestellt wird als bei einer herkömmlichen Bremsung. Hierdurch beschleunigt sich nicht nur der Bremsdruckaufbau sondern es wird auch ein höheres Bremsdruckniveau erzielt. Ein zu hohes Bremsdruckniveau wird in herkömmlicher Weise durch eine ABS-Anlage vermieden.

#### Patentanspruch

Verfahren zum Regeln des Bremsdruckes in einer mit einem elektronisch einstellbaren Bremskraftverstärker ausgerüsteten Fahrzeugbremsanlage, bei dem eine Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ermittelt und in Abhängigkeit davon eine Bremskraftverstärkung durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß während einer Bremsung fortlaufend jeweils einer momentanen Betätigungsgeschwindigkeit ( $v_{ped}$ ) des Bremspedals (10) ein abgespeicherter Soll-Wert ( $p_{soll}$ ) des Bremsdruckes zugeordnet wird, daß in diesem Moment der Ist-Wert ( $p_{br}$ ) des Bremsdruckes gemessen und mit dem Soll-Wert verglichen wird und daß in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis der Soll- und Ist-Werte der Bremskraftverstärker (28) eingestellt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 2

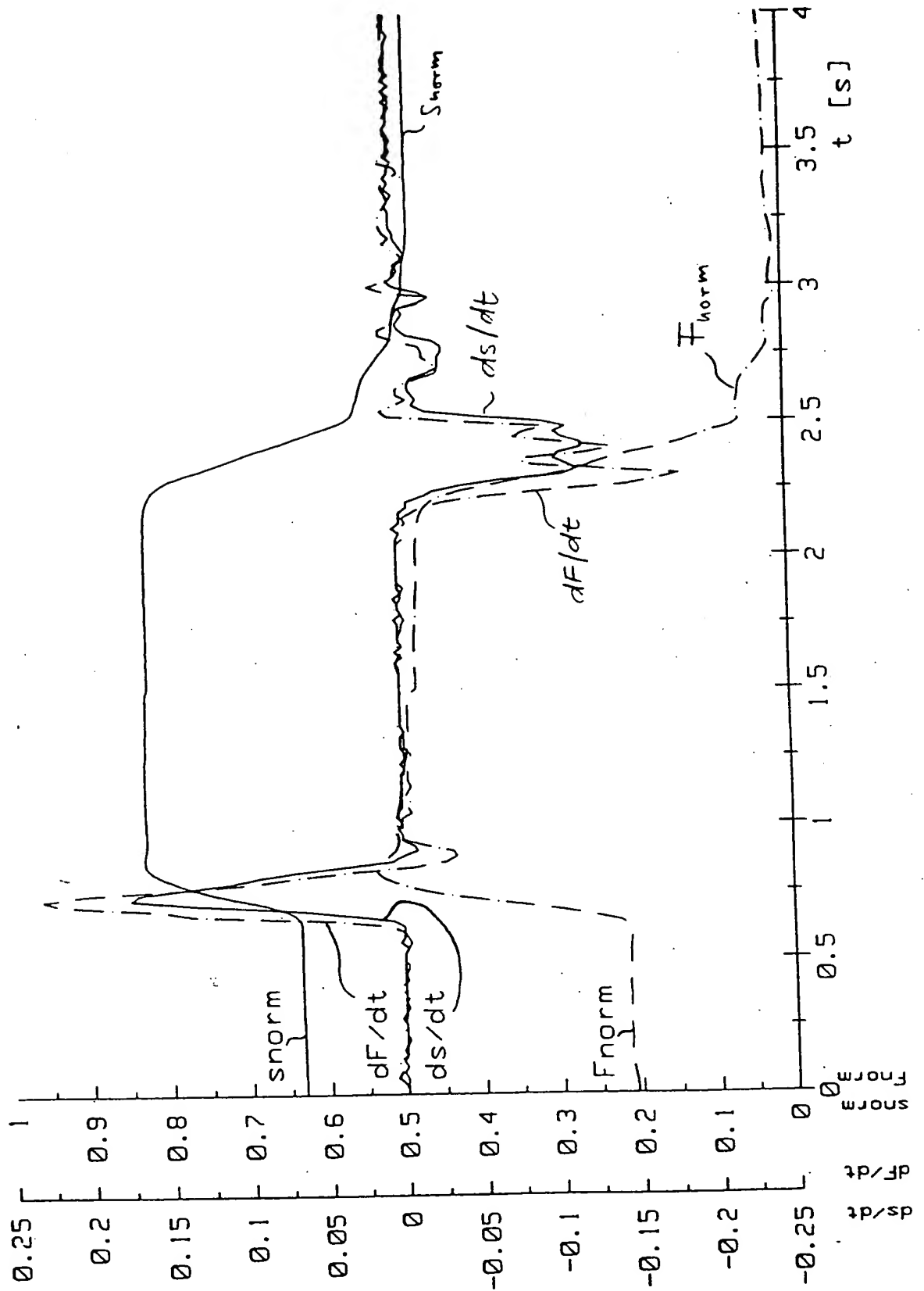


Fig. 1

